

## PRESENTACIÓN MURAL

### **Propiedades astrofísicas de Czernik 26, Czernik 30 y Haffner 11: tres cúmulos abiertos proyectados sobre la supuesta galaxia enana Canis Major**

A.E. Piatti<sup>1,2</sup>, J.J. Clariá<sup>3,2</sup>, M.C. Parisi<sup>3,2</sup>, A.V. Ahumada<sup>4,3,2</sup>

(1) *IAFE, Buenos Aires, Argentina*

(2) *CONICET, Argentina*

(3) *Observatorio Astronómico, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina*

(4) *European Southern Observatory, Chile*

#### **Abstract.**

The main astrophysical properties of Czernik 26, Czernik 30 and Haffner 11, three low contrast open clusters (OCs) projected on to the assumed Canis Major (CMa) dwarf galaxy, are derived from Washington CT<sub>1</sub> photometry. We examined different relationships between the positions of known OCs located around 1 kpc from the centres of the three studied OCs, their ages and their reddenings. Evidence is presented favouring the hypothesis that these three OCs are not related to CMa but belong to the Galactic disc.

**Resumen.** Usando fotometría de Washington CT<sub>1</sub>, se determinan las principales propiedades astrofísicas de Czernik 26, Czernik 30 y Haffner 11, tres cúmulos abiertos (CAs) de bajo contraste, proyectados sobre la supuesta galaxia enana Canis Major (CMa). Examinamos diferentes relaciones entre las posiciones de CAs conocidos ubicados dentro de 1 kpc de los objetos estudiados, sus edades y sus enrojecimientos. Presentamos evidencias que favorecen la hipótesis de que estos 3 objetos pertenecen al disco galáctico y no están relacionados con CMa.

## **1. Parámetros fundamentales de Czernik 26, Czernik 30 y Haffner 11**

Analizamos imágenes obtenidas en las bandas C y T<sub>1</sub> del sistema de Washington de 3 CAs proyectados sobre la controversial galaxia enana CMa, a saber: Czernik 26, Czernik 30 y Haffner 11. Las imágenes fueron obtenidas con el telescopio de 0.9 m de Cerro Tololo (Chile) y un CCD de 2048x2048 píxeles. Los diagramas (C-T<sub>1</sub>, T<sub>1</sub>) (CM) observados exhiben un alto grado de contaminación por estrellas del campo. Para determinar los perfiles radiales aplicamos el método descrito por Piatti et al. (2007). En la Tabla 1 se consignan los niveles de la densidad del campo, los radios correspondientes al ancho medio a mitad de altura ( $r_{FWHM} = r_1$ ), los radios que maximizan la población del cúmulo y minimizan la contaminación del campo ( $r_{libre} = r_2$ ), los radios de los objetos ( $r_3$ ) -definidos como la distancia desde el centro hasta donde el perfil de den-

sidad intersecta la densidad media del campo- y, finalmente, el porcentaje de contaminación [PC( %)] estimado para diferentes intervalos de distancia al centro. Se construyeron diagramas CM para 3 extracciones circulares, a saber:  $r < r_1$ ,  $r < r_2$  y  $r > r_3$ , eligiéndose en cada caso el diagrama en el que más y mejor se destacan las características del cúmulo. Para determinar los parámetros básicos, usamos estos diagramas y las isócronas de Girardi et al. (2002). Luego de comparar los ajustes obtenidos para distintas metalicidades, adoptamos aquellos que mejor reproducen las características observadas en cada caso (Fig. 1, izquierda). La Tabla 2 muestra los excesos de color E(B-V), distancias, edades y metalicidades inferidas, incluyendo una estimación de los errores. Para determinar enrojecimiento y distancia usamos las expresiones:  $E(C-T_1) = 1.97E(B-V)$  y  $M_{T_1} = T_1 + 0.58E(B-V) - (V-M_V)$  obtenidas por Geisler (1996).

**Tabla 1. Tamaños y porcentajes de contaminación**

Cúmulo	Campo	$r_1$	$r_2$	$r_3$	PC( %)	PC( %)	PC( %)
	$*/(')^2$	(pix)	(pix)	(pix)	$r < r_1$	$r_1 < r < r_2$	$r_2 < r < r_3$
Cz 26	6.30	150	350	400	54	67	88
Cz 30	3.94	90	200	650	25	44	70
Ha 11	5.62	100	300	700	38	50	71

**Tabla 2. Parámetros fundamentales de los cúmulos**

Cúmulo	E(B-V) (mag)	$d$ (kpc)	Edad ( $\times 10^9$ años)	[Fe/H]
Cz 26	$0.05 \pm 0.05$	$6.7 \pm 1.4$	$1.30 \pm 0.15$	$0.0 \pm 0.2$
Cz 30	$0.26 \pm 0.02$	$6.2 \pm 0.8$	$2.50 \pm 0.28$	$-0.4 \pm 0.2$
Ha 11	$0.57 \pm 0.05$	$6.1 \pm 1.1$	$0.50 \pm 0.12$	$-0.4 \pm 0.2$

## 2. Discusión

Los 3 cúmulos tienen una longitud galáctica en el rango  $l = 229^\circ \pm 15^\circ$  y se encuentran a una distancia media del Sol de  $\sim 6.5$  kpc. Usando la base WEBDA, seleccionamos los CAs conocidos ubicados dentro de una esfera de 1 kpc de radio centrada en cada objeto. En total, encontramos 3 CAs alrededor de Czernik 26, 3 alrededor de Czernik 30 y 4 alrededor de Haffner 11. En los paneles superiores a la derecha en la Fig. 1 se muestra la distribución de los CAs en los planos ( $l, b$ ) y ( $X, Y$ ), respectivamente. Nótese que todos los cúmulos están distribuidos alrededor del plano galáctico. Cuanto menor es la longitud galáctica de un grupo de CAs, mayor es la dispersión en latitud galáctica de los mismos. Dado que los 3 cúmulos acá estudiados están aproximadamente a la misma distancia del Sol, la distribución en el plano ( $l, b$ ) implica que cuanto mayor es la longitud galáctica de un grupo, menor es el volumen ocupado por los CAs de ese grupo. A su vez, dado que los CAs con  $l$  más grande están más cerca del Sol o dentro del brazo de Perseo (panel superior derecho), es probable que se hayan formado en ese brazo y, por ende, los encontramos confinados dentro del ancho del mismo. Los CAs con longitud galáctica más pequeña están más lejos del brazo de Perseo, de

manera que bien podrían haberse formado en el disco. Nótese además que cuanto más cerca están los cúmulos del brazo de Perseo, mayor es la absorción que los afecta (panel inferior izquierdo). En particular, la dispersión en los valores de la absorción en el grupo de Haffner 11 refleja la inhomogeneidad típica de la distribución del polvo en el mencionado brazo, mientras que el grupo de Czernik 26 (cuadrados) es, en promedio, el menos absorbido. En general, cuanto mayor es la dispersión fuera del plano, menor es la absorción. Los CAs del grupo de Haffner 11 (triángulos) son muy jóvenes y probablemente no han tenido aún tiempo de alejarse de los lugares donde se formaron (panel inferior derecho). A juzgar por sus actuales posiciones (panel superior derecho), es muy probable que se hayan formado en el brazo de Perseo. Dado que Haffner 11 tiene unos  $5 \times 10^9$  años, este cúmulo puede no haberse formado junto con los cúmulos de su grupo, aún cuando hoy está cerca del brazo de Perseo. En el caso del grupo de CAs de Czernik 30 (círculos), uno de los cúmulos está en el plano y es muy joven, mientras que los otros dos son viejos y están fuera del plano. Esta dispersión de edad sugiere que Czernik 30 muy probablemente no se formó en el plano - donde hoy se observa - sino más bien en el disco. Un argumento similar conduce a la misma conclusión para Czernik 26.

Los 3 cúmulos estudiados están proyectados en la dirección de la supuesta galaxia enana CMa. Para examinar si están relacionados con dicha galaxia, comparamos sus posiciones, enrojecimientos, edades y metalicidades, con los valores publicados por Bellazzini et al. (2006) y Martínez-Delgado et al. (2005) para CMa. Adoptamos para esta galaxia  $E(B-V) = 0.08 \pm 0.07$ , edades entre 4 y 10 mil millones de años y valores de  $[Fe/H]$  entre -0.3 y -0.7. Si bien los 3 cúmulos están ubicados dentro de las distancias heliocéntricas y longitudes galácticas atribuibles a CMa, de acuerdo a sus latitudes, sólo Czernik 26 está dentro de CMa, mientras que Haffner 11 yace en un borde y Czernik 30 se ubica claramente afuera (Fig. 2). De acuerdo a sus actuales posiciones, ninguno de los 3 objetos estaría relacionado con CMa. Si bien Czernik 26 tiene una absorción dentro del rango esperado para CMa, los 3 objetos son claramente más jóvenes que la población principal de la supuesta galaxia. Creemos entonces que es muy improbable que se hayan formado en CMa, antes de que la misma fuera eventualmente acreetada por la Vía Láctea. Los presentes resultados favorecen la hipótesis de que los 3 cúmulos pertenecen al disco galáctico, no a CMa.

## Referencias

- Bellazzini, M., Ibata, R. et al. 2006, MNRAS, 366, 883  
 Geisler, D. 1996, AJ, 111, 480  
 Girardi, L., Bertelli, G. et al. 2002, A&A, 391, 195  
 Martínez-Delgado, D., Butler, D.J. et al. 2005, ApJ, 633, 205  
 Piatti, A.E., Clariá, J.J. et al. 2007, MNRAS, 377, 1737

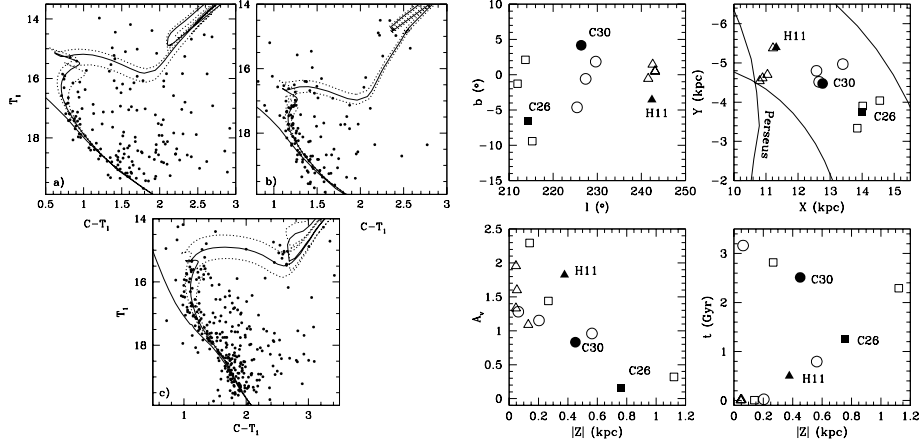


Figura 1. *Izquierda:* Diagramas  $(C-T_1, T_1)$  para  $r < r_2$  de: Czernik 26 (a); Czernik 30 (b) y Haffner 11 (c). Se han superpuesto sobre los diagramas la secuencia principal de edad cero y 3 isócronas de Girardi et al. (2002). *Derecha:* Relaciones entre coordenadas galácticas  $(l, b)$  y  $(X, Y)$  (arriba) y entre absorción visual, altura al plano y edad (abajo) para CAs conocidos ubicados dentro de 1 kpc de Czernik 26 (cuadrados), Czernik 30 (círculos) y Haffner 11 (triángulos). Círculos centrados en el Sol de 5 y 8 kpc de radio y el brazo espiral de Perseo se incluyen en el panel superior derecho.

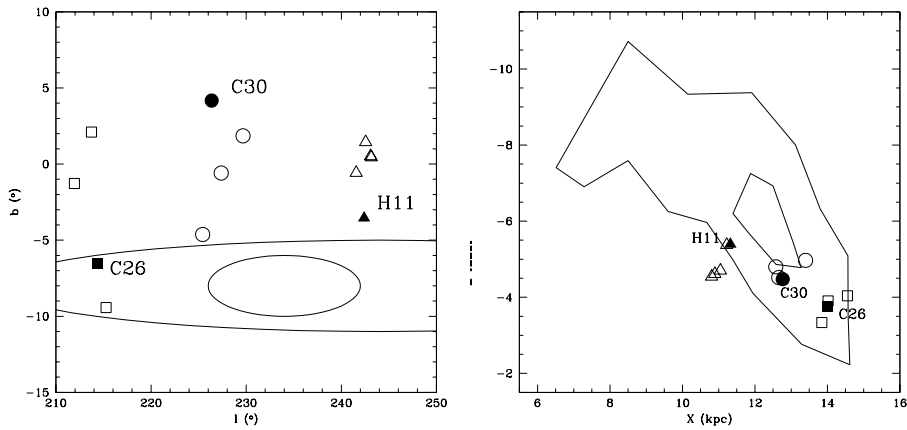


Figura 2. Relaciones entre coordenadas galácticas  $(l, b)$  y  $(X, Y)$  para CAs dentro de 1 kpc de radio de Czernik 26, Czernik 30 y Haffner 11. Los contornos representan límites esquemáticos del cuerpo principal y región atribuible a CMA. Símbolos igual que en la Fig. 1.